

X-RAY COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGING APPARATUS

Publication number: JP2004166923

Publication date: 2004-06-17

Inventor: NOKITA MAKOTO

Applicant: CANON KK

Classification:

- international: **A61B6/03; A61B6/06; G21K1/02; A61B6/03; A61B6/06; G21K1/02; (IPC1-7): A61B6/03; A61B6/06**

- European: **G21K1/02B**

Application number: JP20020335637 20021119

Priority number(s): JP20020335637 20021119

Also published as:



US6839401 (B2)

US2004161073 (A1)

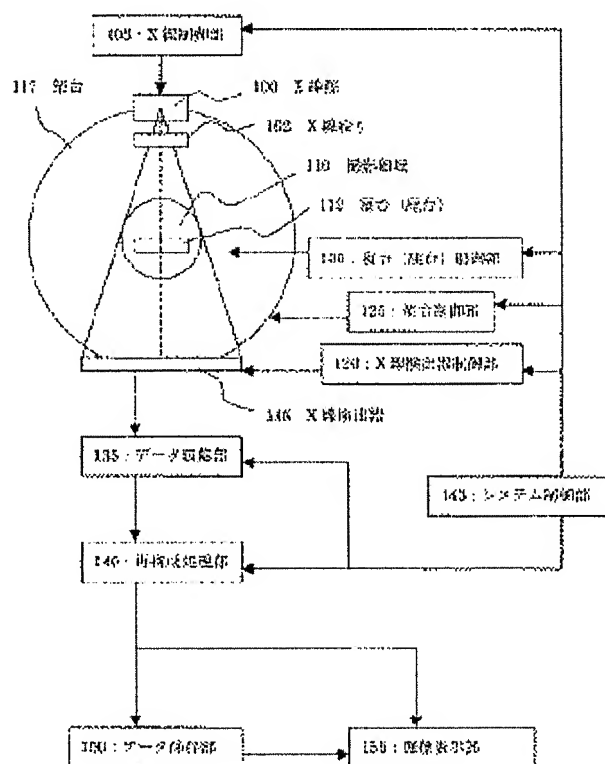
Report a data error here

Abstract of JP2004166923

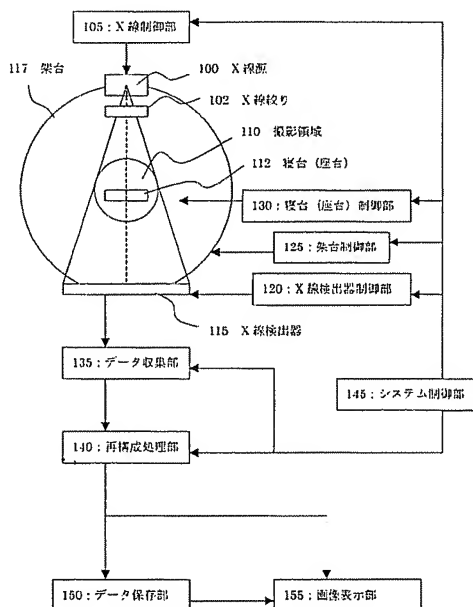
PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a good reconstructed image by removing scattered radiation due to a subject from projection data.

SOLUTION: The subject X-ray computed tomography imaging apparatus having a means to reconstruct an image by processing data collected by scanning a subject by the relative movement of an X-ray source 100 with respect to the subject and back projecting the processed data removes the scattered radiation by the collected data by placing an X-ray shield between the focal point of the X-ray source 100 and an X-ray detector 115 in the direction of progress of X rays incident to the X-ray detector 115 through the subject from the focal point of the X-ray source 100 and detecting the amount of scattered radiation from an X-ray detector portion in which a primary X ray is shielded by the X-ray shield.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被写体と体軸方向に広がりをもつ X 線源と、前記被写体から透過してきた X 線を検出する X 線検出器を備え、前記 X 線源と前記被写体との相対運動によって前記被写体をスキャンして収集したデータを処理し、前記処理したデータを逆投影することにより画像を再構成する手段とを有する X 線コンピューター断層撮影装置において、

前記 X 線源の焦点から前記被写体を通して前記 X 線検出器に入射する X 線の進行方向上で、前記 X 線源の焦点から前記 X 線検出器の間に X 線遮蔽体を置き、前記 X 線遮蔽体により 1 次 X 線が遮られた X 線検出器部分より散乱線の量を検出し、前記収集データにより前記散乱線を除去することを特徴とする X 線コンピューター断層撮影装置。

10

【請求項 2】

前記 X 線遮蔽体は前記 X 線源焦点から前記被写体を通して前記 X 線検出器に入射する X 線の進行方向上で、前記 X 線源焦点から前記 X 線検出器の間の特に前記 X 線源焦点から前記被写体の間に前記 X 線遮蔽体を置くことを特徴とする請求項 1 に記載の X 線コンピューター断層撮影装置。

【請求項 3】

前記 X 線遮蔽体は、前記 X 線源焦点と前記体軸を結ぶ平面に対して、左右非対称に配置してあることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の X 線コンピューター断層撮影装置。

【請求項 4】

前記 X 線遮蔽体により前記 1 次 X 線が遮られた前記 X 線検出器部分を、180 度反対方向から透過してきた X 線データ部分で補間することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の X 線コンピューター断層撮影装置。

20

【請求項 5】

前記 X 線検出器は 2 次元のマトリクス状に配置されていることを特徴とする請求項 4 に記載の X 線コンピューター断層撮影装置。

【請求項 6】

前記 X 線源と前記被写体の前記相対運動は螺旋運動であることを特徴とする請求項 5 に記載の X 線コンピューター断層撮影装置。

【請求項 7】

被写体と体軸方向に広がりをもつ X 線源と、前記被写体から透過してきた X 線を検出する X 線検出器を備え、前記 X 線源と前記被写体との螺旋運動によって前記被写体をスキャンし収集したデータを処理し、前記処理したデータを逆投影することにより画像を再構成する手段とを有する X 線コンピューター断層撮影装置において、

前記 X 線源の焦点から前記被写体を通して前記 X 線検出器に入射する X 線の進行方向上で、180 度反対方向の X 線パスが存在しない場合に、周辺の実在する X 線パスにより補間することを特徴とする X 線コンピューター断層撮影装置。

30

【請求項 8】

前記 X 線源焦点から前記被写体を通して前記 X 線検出器に入射する X 線の進行方向上で、前記 X 線源焦点から前記 X 線検出器の間に X 線遮蔽体を置き、前記 X 線遮蔽体により 1 次 X 線が遮られた X 線検出器部分より散乱線の量を検出し、前記収集データにより前記散乱線を除去し、前記 X 線遮蔽体により前記 1 次 X 線が遮られた前記 X 線検出器部分を、前記補間した 180 度反対方向から透過してきた X 線データ部分で補間することを特徴とする請求項 7 に記載の X 線コンピューター断層撮影装置。

40

【請求項 9】

前記補間の以外に前記 1 次 X 線遮蔽された部分を周辺の未遮蔽部分の画素による補間を使用することを特徴とする請求項 4 または請求項 8 に記載の X 線コンピューター断層撮影装置。

【請求項 10】

回転面上にないボクセルにおいて、前記 180 度反対方向から透過してきた X 線データ部

50

分の組は、前記ボクセルを通り前記回転面への射影が180度反対方向となる組を選択することとを特徴とする請求項4または請求項8に記載のX線コンピュータ断層撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、X線コンピュータ断層撮影装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、X線像をリアルタイムで直接にデジタル出力に変換できるX線センサが提案されている。例えば、石英ガラスから成る基板上にアモルファス半導体を挟んで、透明導電膜と導電膜から成る固体光検出素子を2次元のマトリクス状に配列した固体光検出器の製作が可能になり、この固体光検出器とX線を可視光に変換するシンチレーターを積層したX線検出器である。

10

【0003】

このX線検出器を用いた場合のX線デジタル画像の取得過程は、X線検出器に対象物を透過したX線を照射することにより、X線がシンチレーターで可視光に変換され、この可視光が固体光検出素子の光電変換部により電気信号として検出される。

【0004】

この電気信号は各固体光検出素子から所定の読み出し方法により読み出され、この信号をA/D変換し、X線画像信号を得るという過程である。この検出器の詳細は、特開平8-116044号公報（特許文献1）に記載されている。

20

【0005】

また、シンチレーターを用いずに、直接X線を固体光検出器で取得する検出器も多数提案されている。これらはシンチレーターを用いる場合に比べ、シンチレーターにおける光の散乱がないため一般に解像度が良いとされる。

【0006】

さらに、CCDやCMOS検出器とシンチレーターを組み合わせ、単位時間に撮影できる枚数を多いことを特徴とした検出器も多数提案されている。以下、このようなX線像をリアルタイムで直接にデジタル出力に変換できるX線センサをX線検出器と呼ぶことにする。

30

【0007】

このX線検出器を用いたX線コンピュータ断層撮影装置が提案されている。

従来のX線コンピュータ断層撮影装置は、1次元のライン状に配列した1次元X線検出器により被写体の断面のみを再構成して被写体の断面像を得ていたが、2次元のマトリクス状に配列した2次元X線検出器を用いることにより、被写体の断面像のみではなく3次元画像が得られるからである。

【0008】

1次元X線検出器を使用する場合には、X線源から出るX線は1次元X線検出器の幅に合わせてファンビーム状にコリメートされている。一方、2次元X線検出器を使用する場合には、X線源から出るX線は2次元X線検出器の大きさに合わせてコリメートすれば良く、一般にコーンビーム状であると言われている。

40

【0009】

以後、ファンビーム状X線と1次元X線検出器を用いたX線コンピュータ断層撮影装置をファンビームCTと呼び、コーンビーム状X線と2次元X線検出器を用いたX線コンピュータ断層撮影装置をコーンビームCTと呼ぶことにする。

【0010】

ファンビームCTでは、被写体の3次元画像を取得するためには、被写体の周囲を何回もスキャンして断面像を何枚も取得し、つなぎ合わせなくてはならない。X線源で発生する熱も大きく、X線源に多大な付加がかかるばかりでなく、3次元画像を得るまでに撮影時間も長くなり、被写体である患者にも負担がかかった。

50

【0011】

コンビームCTでは2次元X線検出器の大きさにもよるが、被写体の周囲を1回スキャンするだけで被写体の3次元画像を取得することができ、撮影時間の短縮ならびにX線源の付加を低減できることができる(特許文献1～特許文献4)。

【0012】

【特許文献1】

特開平8-116044号公報

【特許文献2】

特開平9-255046号公報

【特許文献3】

特開平7-124150号公報

【特許文献4】

特開平7-68464号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、被写体に入射したX線の一部は散乱されて、X線源から被写体を通り直接X線検出器に入射する1次X線と共に散乱X線もX線検出器に入射し検出される。

【0014】

ファンビームCTでは、散乱X線量は全検出量の20%程度に対し、コンビームCTでは半分以上が散乱X線量に対応する。このため画像再構成が正しくできないという課題がある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

被写体と体軸方向に広がりをもつX線源と、前記被写体から透過してきたX線を検出するX線検出器を備え、前記X線源と前記被写体との相対運動によって前記被写体をスキャンして収集したデータを処理し、前記処理したデータを逆投影することにより画像を再構成する手段とを有するX線コンピューター断層撮影装置において、前記X線源の焦点から前記被写体を通して前記X線検出器に入射するX線の進行方向上で、前記X線源の焦点から前記X線検出器の間にX線遮蔽体を置き、前記X線遮蔽体により1次X線が遮られたX線検出器部分より散乱線の量を検出し、前記収集データにより前記散乱線を除去することを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下の実施の形態は、被写体による散乱線を除去し、適切な画像再構成を行うX線コンピューター断層撮影装置の実施形態例である。

【0017】

図1の100から155は、本実施の形態であるX線コンピューター断層撮影装置の好適な一例を示す概略的構成図である。100はX線源、102はX線絞り、105はX線制御部、110は撮影領域、112は寝台(座台)、115はX線検出器、117は架台、120はX線検出器制御部、125は架台制御部、130は寝台(座台)制御部、135はデータ収集部、140は再構成処理部、145はシステム制御部、150はデータ保存部、155は画像表示部である。

【0018】

まず架台117に保持されたX線源100より照射されたX線は、X線絞り102によりX線検出器115の大きさに絞られ、寝台(座台)112に支えられた撮影領域110内にある被写体を透過して、架台117に保持されX線検出器115に入射する。

【0019】

入射したX線はX線検出器115に投影データとして取得される。以上のプロセスを架台を回転させながら行い、被写体の周囲をスキャンし、全方向の投影データを取得する。これに加え、被写体を支える寝台(座台)を移動させることにより被写体の周囲を螺旋状に

10

20

30

40

50

スキャンし、投影データを取得することもできる。

【0020】

システム制御部145により、各投影角度において照射されたX線をX線検出器115で検出できるようにX線制御部105とX線検出器制御部120と架台制御部125の同期を取る。

【0021】

X線制御部105はX線源のX線照射を制御し、X線検出器制御部120はX線検出器115の画素における信号の蓄積、信号の転送、信号の吐き出し等の制御を行い、架台制御部125は架台117の回転を制御する。螺旋状スキャンの場合はこれに加え、寝台（座台）112を寝台（座台）制御部130により制御する。

10

【0022】

収集した投影データは投影データ収集部135に保存される。各角度の投影データは、撮影角度等の撮影情報をシステム制御部145から受け取り、撮影情報と関連付けられ保存される。

【0023】

保存された各角度の投影データは、再構成処理部140において、X線検出器115での検出成分中から被写体による散乱線成分の除去処理がおこなわれ、1次X線成分のみの投影データに補正され保存される。さらに補正された各角度の投影データを用いて画像再構成が行われる。再構成された画像データは、データ保存部150において保存され、また画像表示部155において画像表示され、診断のため観察される。

20

【0024】

図2（A）、（B）の200～215は、散乱線成分抽出のための1次X線遮蔽体を説明した図である。200は架台回転方向を示している。架台の回転方向は一般にスライス方向と呼ばれている。205はX線絞りであり、X線源100のX線をX線検出器115の検出面程度の大きさに絞り、被写体に余計なX線照射がなされないようになっている。

【0025】

また、被写体へのX線照射領域を絞ることは、散乱線の量を減らすことにつながり、画質の改善にも効果がある。210はX線遮蔽体であり、X線絞り205に固定されている。

【0026】

X線遮蔽体210により、X線源100から被写体を透過してX線検出器115へ直接入射する1次X線が遮蔽される。X線検出器115において1次X線が遮蔽された部分へは、被写体による散乱線のみが入射してくるので、1次X線が遮蔽された部分の検出量は、散乱線の量とみなせる。

30

【0027】

215は中心線であり、X線源100のX線焦点と架台の回転軸によって作られる平面で、X線絞り205を切ったときにできる線である。ここで特徴的なのは、X線遮蔽体210が中心線215に対して非対称に配置してあることである。このX線遮蔽体210の非対称配置では、X線遮蔽体210の配置に精度が要なく安価に製作できるという利点がある。

【0028】

X線源100から被写体を通りX線検出器115までの経路上で、X線遮蔽体210を被写体とX線検出器115の間に置くことも可能であるが、X線遮蔽体をX線源100と被写体の間におくことにより、X線遮蔽部分におけるX線が被写体に照射されないの、被写体の被曝を減少させる効果がある。

40

【0029】

X線遮蔽体210の非対称配置によるさらなる効果は、図4、5で説明する。（A）、（B）の図の違いはX線遮蔽体210の配置のやり方は、中心線に対し非対称であること以外は任意であることを示している。

【0030】

図3の300から340は、X線検出器115の検出値から散乱線を除去するプロセスに

50

ついて説明した図である。300はX線源、302はX線、305はX線絞り、310は撮影領域、315は被写体、320は寝台、325はX線検出器、330はX線検出成分、335は散乱線成分、340は1次X線成分、345は中心線である。

【0031】

X線源300からX線302が照射され、撮影領域310内にある寝台320に支えられた被写体315を透過し、X線検出器325に入射検知される。X線絞り305によりX線の照射領域はX線検出器325の検出可能な領域に絞られる。X線源300とX線検出器325を回転して、各方向のスキャンが行われると、撮影領域310内を再構成するための各方向の投影データが得られる。

【0032】

投影データの1つを見てみると、X線源300の焦点と図2で説明したX線遮蔽体210とを結ぶ線が、X線検出器325と交わる部分は、1次X線が遮蔽されているため、被写体からの散乱線のみが検出されており、その他の部分には1次X線と散乱線の両方が検出されている。

【0033】

これを示しているのがX線検出成分330である。X線検出成分330の黒い部分は1次X線遮蔽部分（散乱線のみ）に対応して、白い部分は1次X線未遮蔽部分（1次X線と散乱線の和）に対応する。X線検出成分330より散乱線成分335を抽出するには、黒い1次X線遮蔽部分（散乱線のみ）の位置をそのままにして抜き出し、他の部分は黒い1次X線遮蔽部分（散乱線のみ）を用いて補間する例がある。

【0034】

散乱成分335では両側2つ、もしくは隣2つの黒い1次X線遮蔽部分（散乱線のみ）を用いた線形補間を行った例であり、重み付けは補間位置に依存している。このような散乱線成分335の補間が行える理由は、任意の被写体315の散乱線成分335は非常にゆるい周波数成分のみを持っているからである。

【0035】

X線検出成分330から散乱線成分335を差し引くことにより、1次X線成分340が得られる。1次X線成分340には1次X線遮蔽部分（散乱線のみ）の位置に対応する成分は存在しない。そこで、1次X線成分340の両側2つ、もしくは隣2つの白い1次X線部分で線形補間する例が考えられる。重み付けは補間位置に依存する。

【0036】

1次X線成分340の周波数成分は、散乱線成分よりも高い周波数成分が多いので1次X線遮蔽部分の大きさを1次X線未遮蔽部分の大きさより小さくすることが重要である。中心線345は図2に示す中心線215と同様である。図2、3に示すようにX線遮蔽体210をX線源300からX線検出器325までの間に配置することにより、再構成画像の画質を劣化させる被写体による散乱線成分335を、X線検出成分330から取り除くことができ、良好な再構成画像を得ることができるという効果がある。

【0037】

図4の400から420は1次X線成分340の1次X線遮蔽部分の補間について説明している。400と405はX線源、410と415は中心線、420は180度対向するX線バスである。

【0038】

架台回転によりX線源400はX線源405に移動する。この時の回転中心は、中心線410と中心線415の交点である。X線源400から出るX線の1方向は、X線源405から出るX線の1方向と一致する。これを表したものが180度対向するX線バス420である。

【0039】

図4から分かるように、互いに180度対向するX線バス420は、それぞれX線源400、405から自身から見るとそれぞれ中心線410、415に対して対象になっている。従って架台回転によりX線源400を1回転スキャンすると、撮影領域310内の任意

10

20

30

40

50

の点を通るある方向のX線パスは必ず2つ存在し、180度対向するX線パス420となり、互いにX線源400と回転中心を通る中心線410において対称関係となっている。

【0040】

したがって、X線遮蔽体210が図2に示すように中心線215に対し非対称に配置されていれば、X線検出成分330の1次X線遮蔽部分の投影データを180度対向するX線パス420で補間することができる。

【0041】

一般に被写体315の散乱線成分335は低周波数成分のみであるのに対し、1次X線成分はかなりの高周波数成分を含んでいる。したがって、1次X線遮蔽部分を周辺の1次X線で補間する場合には画像情報に欠落を生じる恐れがある。

10

【0042】

また、1次X線遮蔽部分により散乱線を正しく測定するためにはある程度の大きさを必要とするので、画像情報欠落を減少させることと散乱線成分335の正確な抽出は、相反する効果を生じる。

【0043】

したがって、1次X線遮蔽部分の投影データを180度対向するX線パス420で補間することは、画像情報欠落を減少させることと散乱線成分335の正確な抽出を両立させ、良好な再構成画像を取得できるという効果がある。

【0044】

図5の500～530は螺旋状にスキャンした場合の1次X線成分340の1次X線遮蔽部分の補間について説明している。500は撮影領域、505はX線源(N—0)、510はX線源(N—180)、515はX線源(N+1—0)、520は180度対向するX線パス、525は180度対向するX線パス、530は補間X線パスである。

20

【0045】

図1に示す架台117においてX線源100とX線検出器115を回転させながら、寝台112を移動させることは、撮影領域500の周りを螺旋状にスキャンすることに対応する。X線源(N—0)505はX線源(N—180)510へ至り、さらにX線源(N+1—0)515に至る。ここで、()の中のNはN回目の回転を示しており、()の中の0と180の意味は、図5を撮影領域500方向から見て、X線源(N—0)505、X線源(N+1—0)515とX線源(N—180)510が、図4のX線源400とX線源405の関係になっていることを示している。

30

【0046】

X線源100とX線検出器115が回転軸方向に広がりを持つことで、X線源(N—0)505とX線源(N—180)の焦点を結ぶ180度対向するX線パス520、またX線源(N+1—0)515とX線源(N—180)510の焦点を結ぶ180度対向するX線パス525が存在する。

【0047】

しかし、X線源(N—0)505とX線源(N+1—0)515の間の点と、X線源(N—180)510の焦点とを結ぶ180度対向するX線パスは存在しない。そこで、180度対向するX線パス520と180度対向するX線パス525の投影データを用いて、補間X線パス530の投影データを作る。

40

【0048】

作成方法の例としては、ヘリカルピッチ $a+b$ に対して、補間X線パス以下の数式1のように線形補間して作成する例がある。

【数1】

$$\frac{b}{(a+b)}P_N + \frac{a}{(a+b)}P_{N+1} = CP \quad \text{——数式1}$$

【0049】

ここで、 P_N は180度対向するX線バス520の投影データ、 P_{N+1} は180度対向するX線バス520の投影データ、 CP は補間X線バス530、 a 、 b はそれぞれ CP から P_N と P_{N+1} への距離である。

10

【0050】

このように補間X線バス530を内挿、外挿線形補間して作成することで、擬似的にすべてのX線照射方向で180度対向するX線バスが存在するようにでき、X線検出成分330の1次X線遮蔽部分の投影データを180度対向するX線バスで補間することができる。

【0051】

ヘリカルピッチ $a+b$ が長い場合、補間X線バス530を用いて補間するより、1次X線遮蔽部分を周辺の1次X線で補間する方が画像情報の欠落が少ない場合もあるので、両者を組み合わせて使用する方が良い。以上の図5で説明したように螺旋状スキャンの場合も、散乱線成分335の抽出除去ができ、良好な再構成画像を取得できるという効果がある。

20

【0052】

また、補間X線バス530は最大コーン角の半分までの角度なり、上記数式1に示したやり方で作成できることから、回転軸に対し最大コーン角の半分までの角度をなす平面上にある860度方向の投影データを作成でき、回転軸に対し最大コーン角の半分までの角度をなすスライス画像を容易く再構成できるという効果がある。

【0053】

尚、数式1に示した方法は線形補間であるが、求めるべき補間X線バス530の近くにある実際のX線バスの関数として、補間X線バス530を非線形補間で求めることももちろんできる。

30

【0054】

図6の600から655は、図1の再構成処理部での処理を説明したものである。処理は大きく前処理600と本処理601に分けられる。まず、前処理600を説明する。

【0055】

603は個々の画素の感度の違いを補正するための補正画像を取得する1次X線遮蔽体なし補正画像保存モジュールである。605はX線遮蔽体210を付けて、被写体がない撮影で散乱線のない画像を取得する被写体なし画像取得モジュールである。610は、605で取得した被写体なし画像から、1次X線遮蔽部分の画素範囲および位置を抽出する1次X線遮蔽部分の画素位置抽出モジュールである。

【0056】

615はシンチレータ等による解像度劣化により1次X線遮蔽部分にどの程度信号がもれているかを計算する1次X線遮蔽部分への出力もれ計算モジュールである。620は個々の画素の感度の違い等を補正する補正データと、1次X線遮蔽部分に対応する画素範囲と位置情報と、解像度劣化による1次X線遮蔽部分への信号もれ情報を保存する補正データ保存モジュールである。

40

【0057】

前処理600での実際の処理の流れを説明する。1次X線遮蔽体なし補正画像保存モジュール603において、個々の画素の感度の違いや、X線検出器115にグリッドを付けている場合には、グリッドによる感度のムラを取り除くため、ゲイン補正用の画像を取得する。

50

【 0 0 5 8 】

次に、被写体なし画像取得モジュール 6 0 5 で 1 次 X 線遮蔽体をつけ、被写体がない（散乱線がない）場合の画像を取得する。取得した画像を基に 1 次 X 線遮蔽部分の画素位置抽出モジュール 6 1 0 で、1 次 X 線遮蔽部分の画素範囲と画素位置を抽出する。

【 0 0 5 9 】

抽出した画素範囲と画素位置から被写体なし画像を使って、1 次 X 線遮蔽部分への出力もれ計算モジュール 6 1 5 では解像度劣化による 1 次 X 線遮蔽部分への信号もれを計算する。これはあらかじめ X 線検出器 1 1 5 の解像度を測定しておき、解像度復元フィルター（例えばウィナーフィルターなど）を用いて信号もれを計算しても良い。

【 0 0 6 0 】

補正データ保存モジュール 6 2 0 では、以上取得したゲイン補正画像、1 次 X 線遮蔽部分の画素範囲と画素位置の情報、1 次 X 線遮蔽部分への信号もれ量の情報を保存しておく。以上が前処理 6 0 0 の処理である。これは、製品の出荷前にやっておいても良く、また日々のメンテ時に行っても良い。

【 0 0 6 1 】

次は本処理 6 0 1 を説明する。6 2 5 は実際に被写体により再構成画像を取得である被写体の投影データ収集モジュールである。6 3 0 は各投影データにおける散乱線成分の抽出をする散乱線成分の抽出モジュールである。6 3 5 は投影データより 1 次 X 線成分を抽出する 1 次 X 線成分抽出モジュールである。

【 0 0 6 2 】

6 4 0 は 1 次 X 線遮蔽部分における 1 8 0 度対向データを抽出する 1 8 0 度対向データの抽出モジュールである。6 4 5 は抽出された 1 8 0 度対向データを用いて 1 次 X 線遮蔽部分を補間する 1 次 X 線遮蔽部分の補間処理モジュールである。6 5 0 は 1 次 X 線遮蔽部分が補間された投影データを保存する補正済み投影データ保存モジュールである。

【 0 0 6 3 】

本処理 6 0 1 の実際の処理の流れを説明する。被写体の投影データ収集モジュール 6 2 5 では被写体の周りをシングルスキャンか、もしくは螺旋状スキャンをして、被写体の各角度における投影データを収集する。収集の際にはゲイン補正画像により各投影データの各画素のゲインを補正しておく。

【 0 0 6 4 】

次に、散乱線成分の抽出モジュール 6 3 0 では、収集した各投影データにおける散乱線成分を図 3 に示した方法により抽出する。この時、散乱線成分のみ検出されている 1 次 X 線遮蔽部分の範囲と位置を、前処理 6 0 0 で保存された補正データより決め、散乱成分を抽出するときに、前処理 6 0 0 で保存された補正データより信号もれを計算して、実際の散乱線量を算出する。

【 0 0 6 5 】

1 次 X 線成分抽出モジュール 6 3 5 では抽出された散乱線成分を投影データより差し引いて算出する。この場合も解像度劣化による信号もれをなくす処理をする。1 8 0 度対向データの抽出モジュール 6 4 0 では、抽出された 1 次 X 線成分中の 1 次 X 線遮蔽部分に対応する 1 8 0 度対向データを、他の 1 次 X 線成分のみの投影データから抽出してくる。

【 0 0 6 6 】

1 次 X 線遮蔽部分の補間処理モジュール 6 4 5 では、抽出してきた 1 8 0 度対向データを用いて 1 次 X 線遮蔽部分を補間する。場合によっては、1 次 X 線未遮蔽部分である隣接画素で線形補間を行う。補間前に所定のフィルタリング処理を行っても、行わなくてもよい。

【 0 0 6 7 】

以上により、すべての投影データが 1 次 X 線成分に補正され、1 次 X 線がない部分も補間されて、補正された投影データが補正済み投影データ保存モジュール 6 5 0 に保存される。このとき、再構成処理の使用にやなえて 1 次 X 線遮蔽部分を補間した画素範囲と位置情報を、補正された投影データとともに保存する。

10

20

30

40

50

【0068】

ここから、前処理600と本処理601の処理である。この後、補正された投影データを用いて被写体断層像や3次元像が再構成処理モジュール655で画像再構成される。

【0069】

図7は、X線がコーンビームであり、2次元のX線検出器115を用いてシングルスキャンを行う場合において、図4で示した180度対向するX線パスの選択方法を説明した図である。

【0070】

700は注目ボクセル、705はX線パスA、710はX線パスB、715はX線源A、720はX線源B、725は回転面である。ここで、X線パスA705は、X線源A715の焦点から出て、注目ボクセル700を通るX線パスで、X線パスB710は、X線源B720の焦点から出て、注目ボクセル700を通るX線パスである。

10

【0071】

図4においてX線がコーンビームであり、2次元のX線検出器115を用いてシングルスキャンを行う場合には、回転軸方向にも再構成画像ができる。回転軸に垂直から見ると、図4に示す回転面は、回転面725に対応する。X線源400はX線源A715、X線源405はX線源B720に対応する。

【0072】

注目ボクセル700を回転面に回転軸方向に射影すると、射影点は180度対向するX線パス420上にあるとする。このときX線パスA705とX線パスB710を図4に示す180度対向するX線パス420に対応させることで、X線遮蔽部分を補う方法もある。

20

【0073】

これにより、1次元X線検出器115に対し2次元X線検出器115は、シングルスキャンにより被写体の多くの断面を取得できるので撮影時間が短いという効果がある。

【0074】

【発明の効果】

被写体の断層画像や3次元画像において、被写体による散乱線は再構成画像の画質を劣化させる。本発明のX線コンピューター断層装置によれば、被写体による散乱線を投影データから除去し、良好な再構成画像を取得できるという効果がある。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のX線コンピューター断層撮影装置の好適な一例を示す概略的構成図である。

【図2】散乱線成分抽出のための1次X線遮蔽体を説明した図である。

【図3】X線検出器の検出値から散乱線を除去するプロセスについて説明した図である。

【図4】1次X線成分の1次X線遮蔽部分の補間について説明した図である。

【図5】螺旋状にスキャンした場合の1次X線成分における1次X線遮蔽部分の補間について説明した図である。

【図6】図1の再構成処理部での処理を説明した図である。

【図7】X線がコーンビームであり、2次元のX線検出器を用いてシングルスキャンを行う場合において、図4で示した180度対向するX線パスの選択方法を説明した図である。

40

【符号の説明】

100 X線源

102 X線絞り

105 X線制御部

110 撮影領域

112 寝台（座台）

115 X線検出器

117 架台

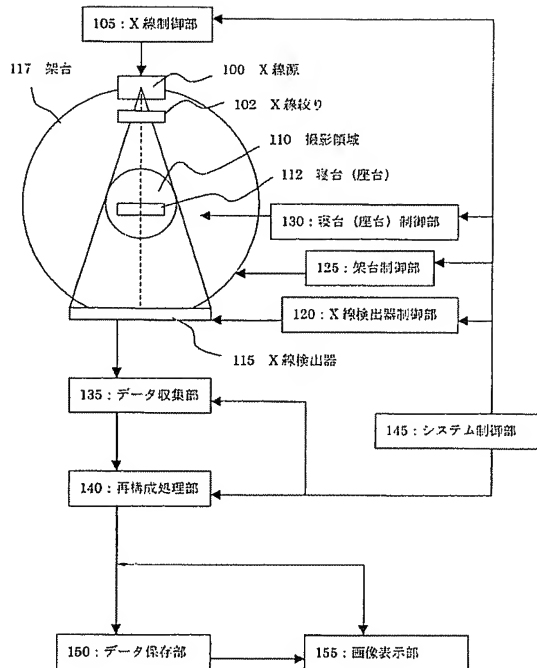
120 X線検出器制御部

50

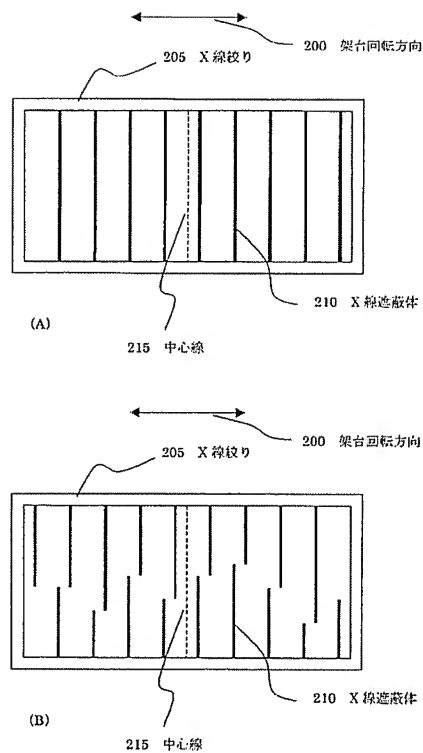
1 2 5	架台制御部	
1 3 0	寝台（座台）制御部	
1 3 5	データ収集部	
1 4 0	再構成処理部	
1 4 5	システム制御部	
1 5 0	データ保存部	
1 5 5	画像表示部	
2 0 0	架台回転方向	
2 0 5	X線絞り	
2 1 0	X線遮蔽体	10
2 1 5	中心線	
3 0 0	X線源	
3 0 2	X線	
3 0 5	X線絞り	
3 1 0	撮影領域	
3 1 5	被写体	
3 2 0	寝台	
3 2 5	X線検出器	
3 3 0	X線検出成分	
3 3 5	散乱線成分	20
3 4 0	1次X線成分	
3 4 5	中心線	
4 0 0	X線源	
4 0 5	X線源	
4 1 0	中心線	
4 1 5	中心線	
4 2 0	180度対向するX線パス	
5 0 0	撮影領域	
5 0 5	X線源（N—0）	
5 1 0	X線源（N—180）	30
5 1 5	X線源（N+1—0）	
5 2 0	180度対向する線パス	
5 2 5	180度対向するX線パス	
5 3 0	補間X線パス	
6 0 0	前処理	
6 0 1	本処理	
6 0 3	1次X線遮蔽体なし補正画像保存モジュール	
6 0 5	被写体なし画像取得モジュール	
6 1 0	1次X線遮蔽部分の画素位置抽出モジュール	
6 1 5	1次X線遮蔽部分への出力もれ計算モジュール	40
6 2 0	補正データ保存モジュール	
6 2 5	被写体の投影データ収集モジュール	
6 3 0	散乱線成分の抽出モジュール	
6 3 5	1次X線成分抽出モジュール	
6 4 0	180度対向データの抽出モジュール	
6 4 5	1次X線遮蔽部分の補間処理モジュール	
6 5 0	補正済み投影データ保存モジュール	
6 5 5	再構成処理モジュール	
7 0 0	注目ボクセル	
7 0 5	X線パスA	50

7 1 0 X線バス B
 7 1 5 X線源 A
 7 2 0 X線源 B
 7 2 5 回転面

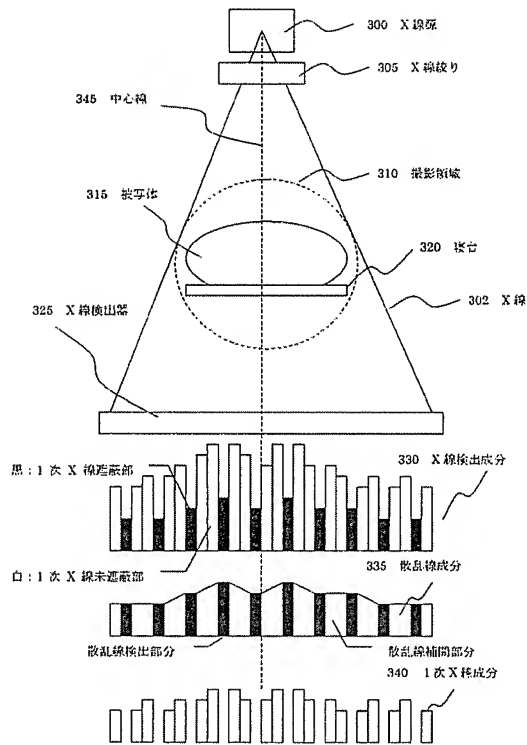
【図 1】



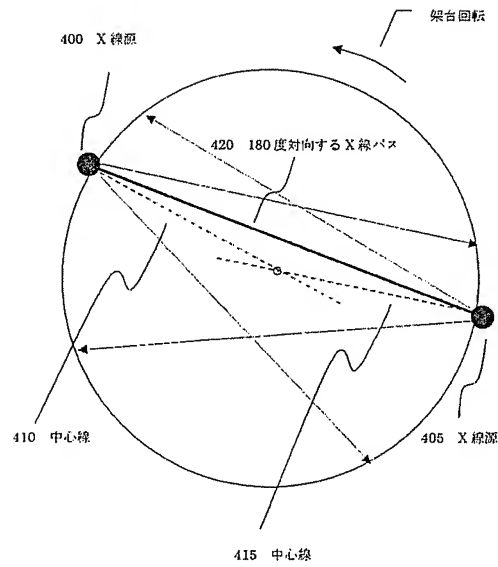
【図 2】



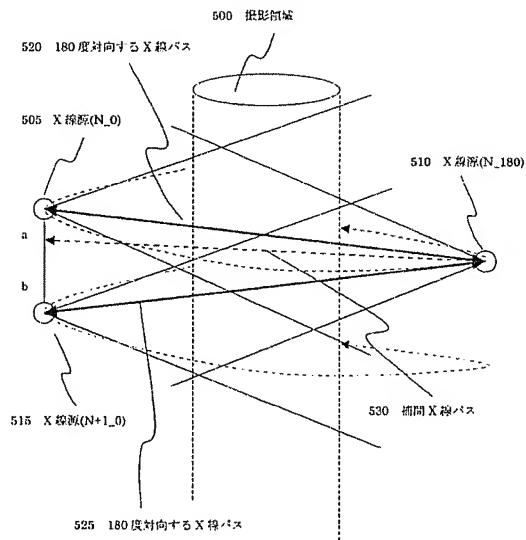
【図 3】



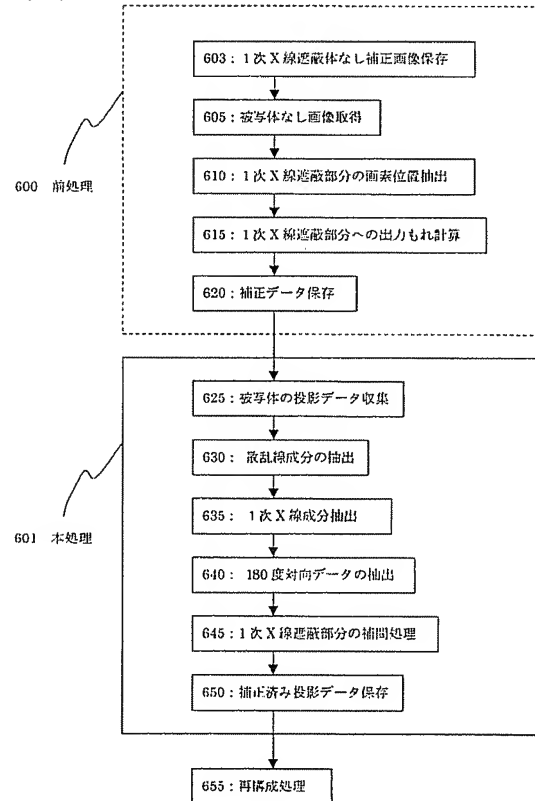
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

